

Monitoramento e avaliação da vegetação a partir de série de dados NDVI/MODIS

Isabelle Martins Dias⁽¹⁾, Marcos Cicarini Hott^(2,4), Ricardo Guimarães Andrade⁽²⁾, Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior⁽³⁾

⁽¹⁾Graduanda em Geografia – UFJF/Juiz de Fora, MG. e-mail: dias.isabelle@estudante.ufjf.br, ⁽²⁾Pesquisador, Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora, MG. e-mail: marcos.hott@embrapa.br; ⁽³⁾Analista, Embrapa Gado de Leite – Juiz de Fora, MG. e-mail: walter.magalhaes@embrapa.br, ⁽⁴⁾Orientador

Resumo- A construção de um repositório acerca de séries temporais de imagens de satélites é de suma importância para compreensão da evolução do uso das terras. Os produtos do sensor MODIS/TERRA apresentam a fisionomia da vegetação em escala continental, com resolução de 250 m, permitindo diversas análises que envolvem as condições da vegetação. As imagens NDVI/MODIS/TERRA, gerados a cada 16 dias, se constituem em índices de vegetação apropriados para a avaliação da vegetação de extrato herbáceo, cujo dados retratam o vigor do dossel para tipologias de estrutura foliar com menor saturação, tais como das pastagens. O presente estudo objetivou estabelecer um banco de dados contendo a série histórica de imagens NDVI para todo o território brasileiro e, posteriormente, implementar a metodologia do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (Slope) visando monitorar o vigor da vegetação. Os mosaicos NDVI/MODIS, gerados de forma consistente, foram estruturados em banco de dados para estudos posteriores, como a aplicação da metodologia Slope nas áreas de pastagens. Uma análise geral do vigor vegetativo foi aplicada e verificou-se que a vegetação do bioma Caatinga está com tendência de recuperação de vigor. Além disso, foram observadas tendência de queda no vigor em boa parte da região Sul e central da Amazônia..

Termos para indexação: *Uso das terras, índice de vegetação, geoprocessamento, sensoriamento remoto.*

Vegetation monitoring and assessment from NDVI/MODIS data series

Abstract- The construction of a repository around time series of satellite images is of paramount importance for understanding the evolution of land use. MODIS/TERRA sensor products show the physiognomy of vegetation on a continental scale, with a resolution of 250 m, allowing for various analyzes involving vegetation conditions. The NDVI/MODIS/TERRA images, generated every 16 days, constitute appropriate vegetation indices for the assessment of herbaceous extract vegetation, whose data portray the vigor of the canopy for types of leaf structure with less saturation, such as those of pastures. The present study aimed to establish a database containing the historical series of NDVI images for the entire Brazilian territory and, subsequently, to implement the methodology of the slope coefficient of the regression line adjusted in each pixel (Slope) in order to monitor the vegetation vigor. The NDVI/MODIS mosaics, consistently generated, were structured in a database for further studies, such as the application of the Slope methodology in pasture areas. A general analysis of the vegetative vigor was applied and it was verified that the vegetation of the

Caatinga biome has a tendency to recover its vigor. In addition, a downward trend in vigor was observed in much of the southern and central Amazon region.

Index terms: Land use, vegetation index, geoprocessing, remote sensing.

Introdução

Com 35 bilhões de litros de leite produzidos anualmente (IBGE, 2021), a cadeia do leite se distribui por quase todo território brasileiro. Compreender as condições das pastagens é de suma importância, tendo em vista que a bovinocultura de leite a pasto predomina no País. O NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada, na sigla em inglês) serve para analisar a condição da vegetação natural ou agrícola nas imagens geradas por sensores remotos. Este índice é bastante usado em análises de degradação ambiental e a respeito da produtividade de cultivos a partir de dados de reflectância e imagens de vários sensores de satélites (Liu, 2006; Ponzoni; Shimabukuro, 2010; Hott et al., 2019). Respostas consistentes em reflectância da vegetação no espectro eletromagnético do infravermelho próximo, onde o comprimento de onda é particularmente próximo ao vermelho, podem indicar condições mais saudáveis das plantas. A partir disto, constroem-se métricas tais como a metodologia de análise de regressão linear, que possibilita avaliar tendências de degradação ou de recuperação do vigor da vegetação ao longo do tempo. Os produtos do sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), plataformas TERRA e AQUA, cobrem uma grande diversidade de temas geográficos e vem contribuindo para inúmeras pesquisas ao redor do mundo. Os produtos para a vegetação atendem às demandas de monitoramento das condições de vigor vegetativo no decorrer das últimas décadas e, no caso das pastagens, o NDVI fornece uma métrica sintética do estado geral do dossel herbáceo das áreas de pastagens nativas ou cultivadas. Além disso, pode ser utilizado como dado de entrada na metodologia de análise da tendência do vigor da vegetação a partir do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (*Slope*).

Assim, o presente estudo objetivou estabelecer um banco de dados contendo a série histórica de imagens NDVI para todo o território brasileiro e, posteriormente, implementar a metodologia “slope” para monitorar o vigor da vegetação. Diante dos resultados apresentados a seguir, esta publicação vai ao encontro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) contidos na Agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas, da qual o Brasil é signatário, contribuindo para o alcance dos seguintes objetivos específicos: ODS 2: “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável; ODS 15. Vida Sobre a Terra: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

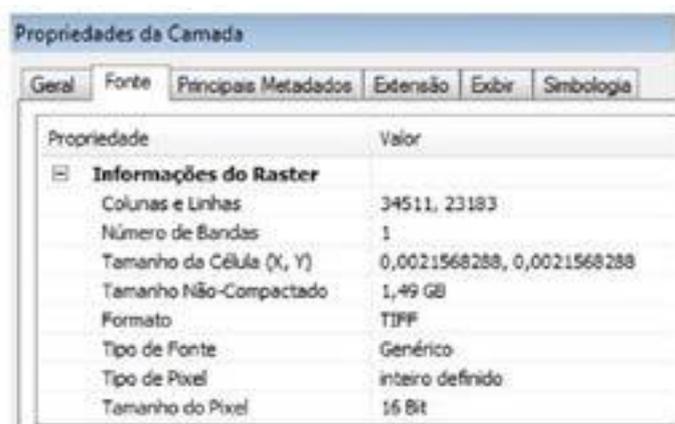
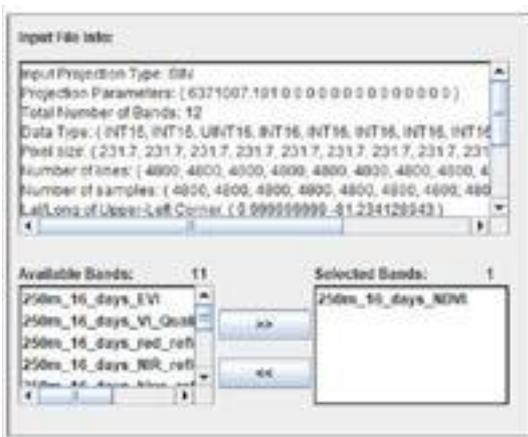
Material e métodos

Foram realizados downloads a partir da coleção 6 dos produtos MOD13Q1 disponibilizados pelo LP DAAC (*Land Processes Distributed Active Archive Center*), vinculado à NASA e ao Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Estas imagens são disponibilizadas online referentes a datas com intervalos de 16 dias entre si, tamanho de pixel de aproximadamente 250 m, em folhas que cobrem uma área de tamanho limitado e

em formato de arquivo *Hierarchical Data Format* (HDF). Para cada data disponível da série de 23 anos de dados, iniciando-se em 18 de fevereiro de 2000, foram baixados 19 quadrantes de imagens. Posteriormente, as imagens foram processadas por meio do software MRT (*Modis Reprojection Tools*), gerando arquivo mosaico de formato GeoTIFF para cada data disponível, assim como realizado por Araújo et al. (2021). Para o processamento das imagens no MRT foi selecionada apenas a banda de NDVI com projeção geográfica no Datum WGS84. A Figura 1 exemplifica o ambiente de entrada dos arquivos HDF originais para a construção dos mosaicos (A), cujas propriedades estão demonstradas com o uso do SIG (B). De posse da série histórica de NDVI foi possível aplicar a metodologia de análise da tendência do vigor da vegetação a partir do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (Slope), conforme equação:

$$Slope = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(Y_{NDVI_i} - \bar{Y}_{NDVI})}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$$

Em que, n é igual ao número total de anos da série de dados NDVI; i representa o ano 1 para o primeiro ano da série, ano 2 para o segundo ano da série e assim por diante até o último ano da série de dados NDVI utilizada; Y_{NDVI_i} é o valor máximo do NDVI no ano i.



B

Figura 1. Parâmetros do processamento no software MRT.

Resultados e discussão

A partir da articulação de quadrantes das imagens NDVI/MODIS foram processados mosaicos cobrindo o território nacional para toda a série, como no exemplo da Figura 2A, configurando-se em um repositório de 533 planos de informação em GEOTIFF acerca do NDVI. Anteriormente, nos esforços de pesquisa e ensaios com o uso da série temporal, foram gerados resultados para o monitoramento do vigor vegetativo das pastagens na mesorregião da Zona da Mata, cujas camadas geográficas foram divulgadas na plataforma GeoInfo e no sistema WegGIS SIG Leite, indicando em torno de 60% de áreas de pastagens com algum nível de degradação. Posteriores resultados de processamento serão hospedados na plataforma GeoInfo e no WebGIS, como camadas ou banco de dados, para apoio ao monitoramento de pastagens. Nesse caso, já foram gerados resultados referentes à aplicação da metodologia de análise de tendência do vigor da vegetação a partir do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (*Slope*), conforme mostra a Figura 2B. Se *Slope* for positivo, indica que a vegetação pode estar em processo de recuperação, enquanto que valores negativos de *Slope* podem indicar a ocorrência de queda de vigor ou algum processo de degradação. Com base nesse princípio, na Figura 2B observa-se que há tendência de recuperação do vigor vegetativo (tons de verde), por exemplo, na região Nordeste e porção norte de Minas e do Espírito Santo. Por outro lado, boa parte da região Sul e central da Amazônia apresentaram queda de vigor vegetativo (tons de roxo), a partir da análise histórica dos dados de NDVI. Numa primeira análise, os resultados se mostraram consistentes e, posteriormente, será utilizada uma máscara/polígono das áreas de pastagens para gerar o *Slope* dessas no território brasileiro. Andrade et al. (2016) aplicaram a metodologia *Slope* para as pastagens cultivadas do Cerrado e observaram que, de acordo com o cenário estipulado, a área de pastagem degradada pode variar de 24% (cenário mais otimista) a 60% (cenário mais realista).

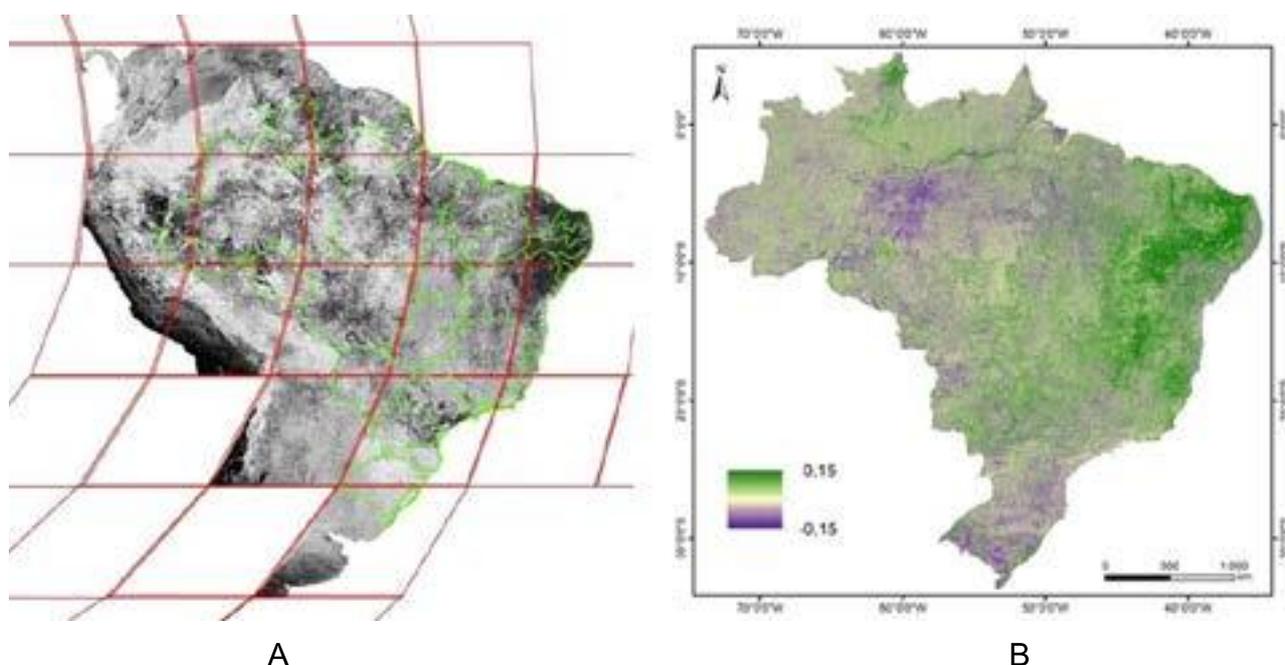


Figura 2. (A) mosaico NDVI/MODIS do satélite Terra, e layers de articulação do produto e dos estados brasileiros; (B) mapa do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (*Slope*).

Conclusões

Os mosaicos NDVI/MODIS, gerados de forma consistente, foram estruturados em banco de dados para estudos posteriores, como a aplicação da metodologia de análise do coeficiente de inclinação da linha de regressão ajustada em cada pixel (*Slope*) nas áreas de pastagens. Uma análise geral do vigor vegetativo foi aplicada e verificou-se que a vegetação do bioma Caatinga está com tendência de recuperação de vigor. Além disso, foram observadas tendência de queda no vigor em boa parte da região Sul e central da Amazônia.

Referências

ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Geotecnologia: recuperação de pastagens no Cerrado. **Agroanalysis**, v. 36, p. 30-33, 2016.

ARAÚJO, P. C. de; HOTT, M. C.; ANDRADE, R. G.; MAGALHÃES JÚNIOR, W. C. P. de; CUSTODIO, D. de O.; COSTA, P. R. da. Elaboração de procedimentos metodológicos para monitoramento das condições das pastagens por métricas em sensoriamento remoto. In: PASSOS, L. P. (ed.). **Coletânea de Iniciação Científica da Embrapa Gado de Leite-PIBIC CNPq 2020-2021**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2021. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 262).

HOTT, M. C.; CARVALHO, L. M. T.; ANTURNES, M. A. H.; RESENDE, J. C. de; ROCHA, W. S. D. da. Analysis of grassland degradation in Zona da Mata, MG, Brazil, based on NDVI time series data with the integration of phenological metrics. **Remote Sensing**, v. 11, n. 24, article 2956, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11242956>.

IBGE. **PPM - Pesquisa da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 13 ago. 2023.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: Uniderp, 2006. 908 p.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2010. 127 p.